

RECOLECTOR AUTOMATIZADO DE AGUA

ERIK ERNESTO SOLARTE CABRERA
GUSTAVO ADOLFO DÍAZ MÁSMELA
JORGE LUIS SIERRA PADILLA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
2015

RECOLECTOR AUTOMATIZADO DE AGUA

ERIK ERNESTO SOLARTE CABRERA
GUSTAVO ADOLFO DÍAZ MÁSMELA
JORGE LUIS SIERRA PADILLA

Proyecto de grado

Director:

AUGUSTO JOSE ANGEL MORENO
Ingeniero de Sistemas

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
2015

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, Diciembre 10 de 2015

Dedicamos este proyecto de grado a nuestras familias a Miguel Ángel solarte Hijo de Erik Solarte quien entrego parte de su tiempo con su padre para que este trabajo se realizara. También queremos dedicar este trabajo a los padres de Gustavo Adolfo Díaz Másmela por su apoyo incondicional, y También Jorge Orlando Sierra y Maribel Padilla Padres de Jorge Luis Sierra Padilla.

AGRADECIMIENTOS

Dedicamos este proyecto a nuestras familias por brindarnos siempre su apoyo incondicional.

Una especial Dedicación al profesor Miguel Hernández Bejarano, que bajo su batuta se sembró la semilla de la investigación por las tarjetas Arduino en la que se basa este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. ALCANCE Y LIMITACIONES	7
4. OBJETIVOS	9
4.1 OBJETIVO GENERAL	9
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
5. MARCO TEÓRICO	10
6. INGENIERÍA DEL PROYECTO	13
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	13
6.2 REQUERIMIENTOS DE LA INFORMACIÓN	15
6.3 MODELAMIENTO DEL SISTEMA	15
6.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	22
7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	25
7.2 RIESGO EN FASE DE DISEÑO	28
7.3 RIESGO DE FASE DE CODIFICACIÓN	28
7.4 RIESGO EN FASE DE PRUEBAS	28
7.5 RIESGO EN LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN	29
7.6 RIESGO EN FASE DE MANTENIMIENTO	29

8. PRESUPUESTO DETALLADO	30
8.1 COSTO DE INFRAESTRUCTURA FISICA	30
8.2 COSTO TOTAL	31
9. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	31
9.1 OPERACIONALES	31
9.2 GESTIÓN	32
9.3 INFRAESTRUCTURA	32
9.4 IT. DEL PROYECTO	33
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	36
11. RECOMENDACIONES	37
12. CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Caso de uso 1	16
Tabla 2. Caso de uso 2	16
Tabla 3. Caso de uso 3	17
Tabla 4. Caso de uso 4	18
Tabla 5. Caso de uso 5	19
Tabla 6. Caso de uso 6	19
Tabla 7. Caso de uso 7	20
Tabla 8. Presupuesto	30
Tabla 9. Cronograma de Actividades	36

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Ciclo Completo	3
Gráfica 2. Interface de potencia	4
Gráfica 3. Diagrama de secuencia.....	21
Gráfica 4. Diagrama de clase.....	21
Gráfica 5. Ciclo	22
Gráfica 6. Ciclo de Válvula.....	23
Gráfica 7. Precipitación 2014	25
Gráfica 8. Tarifa media de acueducto estrato 3	27
Gráfica 9. Ciclo completo.....	37
Gráfica 10. Precipitación mensual 2014	39

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Ciclo Hidrológico	12
Figura 2. Consulta Ejecutor.....	15
Figura 3. Consulta estado sensor	17
Figura 4. Visor.....	18
Figura 5 Simulación	38

GLOSARIO

AGUA RESIDUAL: agua que procede de viviendas, poblaciones o zonas industriales y arrastra suciedad y detritus.

ARDUINO: es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

BOMBA: Máquina o artefacto para impulsar agua u otro líquido en una dirección determinada.

COMPONENTES: Que compone o entra en la composición de un todo

CORRIENTE: corriente eléctrica que invierte periódicamente el sentido de su movimiento.

DESBORDE: Salir de los bordes, de los límites. Derramarse. Excederse en las pasiones.

FLUJO: Acción y efecto de fluir, Movimiento de ascenso de la marea.

HARDWARE: conjunto de aparatos de una computadora, Componentes físicos de un ordenador o de una red, en contraposición con los programas o elementos lógicos que los hacen funcionar.

LETRINAS: Retrete colectivo con varios compartimentos, separados o no, que vierten en un único tubo colector o en una zanja, empleado aún en campamentos, cuarteles antiguos.

MECANISMOS: Conjunto de las partes de una máquina en su disposición adecuada.

POTABLE: Que se puede beber, Pasable, aceptable.

PRESIÓN: Acción de apretar o comprimir, Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es el pascal.

PROTOTIPO: Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

RECURSO: Acción y efecto de recurrir. Retorno a un lugar. Bienes, medios de subsistencia.

SENSOR: Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

SENSORIALES: Perteneciente o relativo a la sensibilidad o a los órganos de los sentidos.

SEÑAL: Variación de una corriente eléctrica u otra magnitud que se utiliza para transmitir información.

SISTEMA: Conjunto de Cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado Objeto

SOFTWARE: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

VÁLVULA: Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.¹

¹ (Definición org, 2015)

RESUMEN

El sistema recolector de agua es un conjunto de tecnologías asegurando la óptima recolección de aguas lluvias y disposición para usos que no necesitan agua tratada y potabilizada.

El problema constante de las inundaciones y escases de agua, y de ver que en las ciudades principales el uso del agua lluvia es casi nulo, en parte a el costo que tiene el desarrollo de sistemas automáticos controladores de nivel de los tanques donde se recolecta.

El uso de las tarjetas arduino permite hacer sistemas escalables permitiendo conectar un número finito de tanques o unidades sanitarias que optimiza el uso del agua, ya que permite mantener en lo posible estas unidades llenas de agua lluvia.

Palabras Claves

Sistema, recolector, Arduino, agua, tanques, automáticos.

ABSTRACT

The water collection system is a set of technologies ensuring optimal rainwater collection and disposal for uses that do not require treated and drinkable water.

Given the constant problem of flooding and water shortages, and to see that in major cities using rainwater is almost nil, partly the cost of the development of drivers automatic systems for tank level where it is collected.

The use of cards Arduino allows scalable systems allowing you to connect a finite number of tanks or medical units to optimize the use of water, as it enables these units whenever possible full of rain water.

Key Words

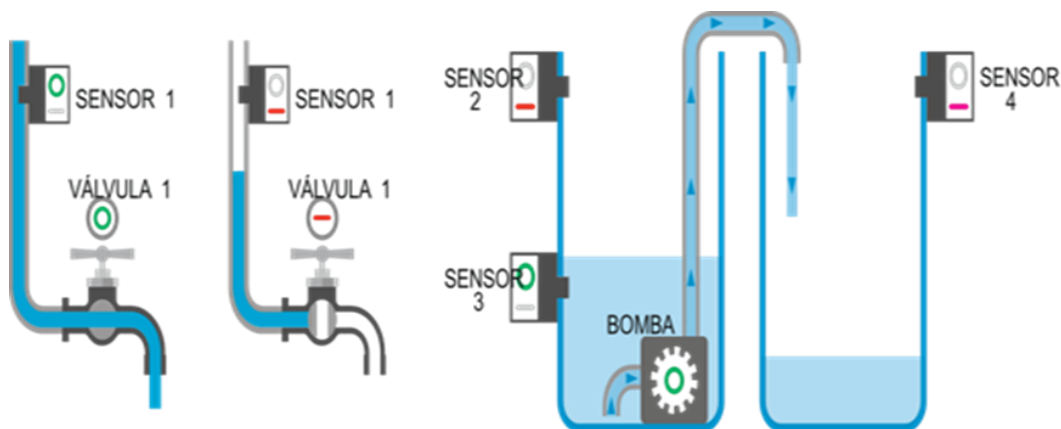
Collection system, Arduino, water tanks, automatic.

INTRODUCCIÓN

El sistema recolector de agua es un conjunto de tecnologías que buscan asegurar la óptima recolección de lluvias para usos que no necesitan agua tratada y potabilizada.

El plan de movimiento de aguas en tanques de almacenamiento, se podrá verificar con la relación que tienen los componentes electrónicos, y las funcionalidades que se obtienen a partir de una tarjeta de Arduino (uno), programada con funciones específicas para que encienda y apague los mecanismos sensoriales de forma sincronizada al abrir o cerrar el flujo de agua entre los tanques sin que se desperdicie o desborde. Teniendo en cuenta que el sistema funciona automáticamente tanto en la recolección como también en el almacenamiento y distribución del agua, lo hace que sea bastante útil y contribuyente con el cuidado del medio ambiente específicamente en el ahorro de este recurso vital.

Gráfica 1. Ciclo Completo



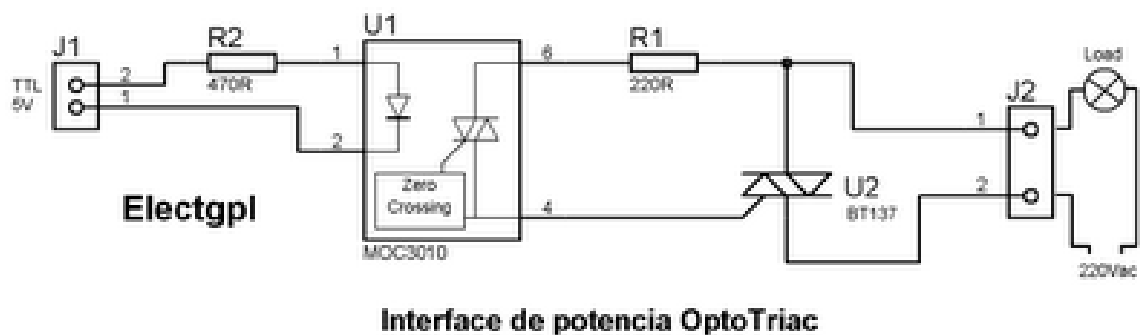
Fuente 1. Erik Solarte. Ciclo Completo

En la Gráfica 1, se puede observar como el sensor 1 se enciende en el momento que el depósito de agua lluvia se llena. La válvula actúa con una pequeña presión de agua y deja pasar el flujo hasta que el sensor 2 le envíe la señal de que el tanque de almacenamiento 1 está lleno es ahí cuando la válvula cierra el flujo. La bomba empieza actuar en el momento en que el sensor 3 le envía la señal para que así se encienda y empiece a circular el líquido hacia el otro tanque de almacenamiento. Y por último el sensor 4 es el que envía la señal a la bomba de que ya está lleno el segundo tanque de almacenamiento para que esta deje de realizar su función hasta que vuelva a desocuparse.

Es preciso mencionar, que para que todo este sistema funcione se debe tener en cuenta dos componentes muy importantes; como lo son el hardware y el software que se aplican con una gran importancia en el software de la tarjeta arduino que ofrece la misma compañía de tarjetas inteligentes programables (arduino-nightly-windows). Es ahí donde la ingeniería de sistemas entra a participar de un papel muy importante con las funciones que se utilicen basándose en una estructura lógica con objetivos muy precisos, como lo son los mecanismos sensoriales en su desempeño de control, que por su puesto deben ser inspeccionados por las distintas funciones que se asignen en el diseño del programa (como se podrá observar en el código fuente del programa).

Por otro lado el diseño electrónico viene basado con una interfaz de potencia (como se muestra en la imagen 2) que permite usar mecanismos que usen corriente alterna (AC), lo que admite trabajar con alcances industriales al optimizar procesos que tengan que ver con el ahorro de líquidos que requieran ser recolectados en un número determinado de tanques de almacenamiento. Cabe mencionar que el sistema recolector de agua, es adaptable tanto para usos industriales como para usos domésticos en el hogar, sobre todo en el ahorro del agua potable, como se ilustrara más adelante.

Gráfica 2. Interface de potencia



Fuente 2. Planeta electrónico. Interface de potencia

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dado el problema constante de las inundaciones y escases de agua, y de ver que en las ciudades principales el uso del agua lluvia es casi nulo, en parte a el costo que tiene el desarrollo de sistemas automáticos controladores de nivel de los tanques donde se recolecta.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia y especialmente en la ciudad de Bogotá tenemos problemas constantes con el manejo del alcantarillado de la ciudad, esto se debe en gran manera a la construcción de edificaciones altas, esto hace que gastemos mucha agua potable y se sobre carguen los mismos canales diseñados para una ciudad que no tenía en su diseño edificios altos.

El agua lluvia también se convierte en parte importante del problema ya que el cemento de la ciudad no absorbe el agua. Solo la canaliza esto hace que en algunas partes de la ciudad o de la sabana de Bogotá se presenten inundaciones.

El agua de la empresa de alcantarillado se utiliza para usos en los que no se necesita agua potable, estos son el uso sanitario o la limpieza de pisos.

¿Podría una tecnología como la programación Arduino bajar en gran manera el problema de disposición de las aguas lluvias de la ciudad de Bogotá?

¿Puede ahorrar una familia utilizando el agua lluvia que cae sobre su casa?

¿Puede la empresa de acueducto y alcantarillado realizar mayores inversiones en la solución del problema del alcantarillado de la ciudad basado en el ahorro que se deriva del ahorro de dinero en el tratamiento de aguas y hacerlas potables cuando la ciudad tenga un ahorro importante en el uso de agua lluvia?

2. JUSTIFICACIÓN

¿Es posible mejorar el manejo del agua no potable para otros usos en nuestro entorno?

Si, se puede realizar en este caso se puede plantear una manera en la cual se pueda reutilizar o más bien llevar un control de almacenamiento de agua no potable para otros usos, como el llenado de letrinas, la cual nos daría una ventaja de ahorro de dinero al no usar agua limpia sino de reusar el agua residual de la lavadora para el almacenamiento y después uso de la misma, así generamos una mejora del uso del agua y ahorro del cual podemos mejorar nuestros beneficios.

Así mismo el sistema al beneficiarse del recurso natural de agua de lluvia gratuitamente no genera costo al momento de almacenarlo, por lo cual lo hace un sistema adecuado para el ahorro de agua para el uso interno de los baños u otros usos que se le puede suministrar al agua recolectada.

Al ser un sistema de fácil uso y de una interfaz gráfica para validar el estado de los sensores hace que sea más sencillo el control y manejo del mismo, ya que el usuario estará siempre visualizando lo que el sistema realiza, la apertura de las válvulas, el estado de los sensores de nivel si están encendidos o apagados, y el estado de la bomba que realiza la transmisión de agua a los tanques finales.

Uno de los mayores beneficios que genera este sistema es el reciclaje del recurso del agua así se ayuda al medio ambiente para no gastar innecesariamente el agua, además de este principal factor también genera ahorro de costos en la factura de agua ya que al no utilizar el agua que proporciona el acueducto el registro no sube la facturación y como el sistema es independiente este no genera incremento en el registro.

3. ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCES DEL PROYECTO

Los alcances del proyecto están definidos de la siguiente forma.

1. entrega parcial de la documentación correspondiente del proyecto con respecto a la funcionalidad del sistema. Primera entrega destinada para el día 27 de Noviembre del 2015

2. Los procesos que se manejan en este proyecto son los siguientes:

FASE 1: ANALISIS

FASE 2: DISEÑO

FASE 3: IMPLEMENTACION

FASE 4: PRUEBAS

3. los tipos de datos que maneja este proyecto se designara a una BD en la cual guardara los registros de aperturas y cierres de los registros del sistemas y de las actividades de los sensores, teniendo en cuenta que para acceder a esta información se debe establecer un usuario administrador para el acceso al mismo y poder verificar lo que se desea ver que genera el sistema.

LIMITACIONES DEL PROYECTO

La limitación del sistema solo llegara a la parte de diseño e implementación ya que se requiere un análisis profundo de los requerimientos del usuario al momento de la propuesta y de la aprobación de la misma.

Ya que se puede encontrar problemas de infraestructura en la cual no podamos tener acceso para implementar el sistema de cableado y/o de canalización de transmisión de agua.

Se pueden encontrar inconvenientes en el sistema eléctrico y de conexión en los cuales nos puede limitar el proceso de conexión por parte de la universidad con el sistema.

- El proyecto no realizara purificación de agua, pues el alcance es el movimiento del agua.
 - Las bombas para mover el agua y las válvulas podrán funcionar con 120 voltios máximo
 - El sistema se puede implementar en cualquier tanque capaz de almacenar agua, se puede implementar en tanques industriales como en un balde de agua de 12 litros.
 - La limitación del sistema respecto al caudal será definida por el diámetro de las tuberías utilizadas junto con las bombas.
 - El sistema no se ha diseñado para detección de inundación.
 - El sistema no estará en capacidad de detectar fallas en el hardware
 - El sistema no se puede controlar desde el PC ya que prima la información que recibe de los sensores y no de lo enviado desde el pc.
-
- Este proceso a corto plazo se genera en forma de prototipo para sí evidenciar posibles fallas en el sistema y arreglar sus deficiencias para un mejor manejo a petición del usuario.
 - Este proceso a mediano plazo se realizaría producción en masa a menor escala para hacer así la instalación dependiente en los elementos o tanques en los cuales se va llevar a cabo el almacenamiento del agua reciclable y de ahí su programación para el movimiento de agua entre los tanques.
 - A un largo plazo el sistema se puede implementar en cada hogar a nivel regional para así bajar el índice de costo de consumo de agua y darle un mejor manejo al uso del agua para contribuir con el medio ambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Optimizar el uso del agua potable reduciendo el gasto en actividades como limpieza y servicios sanitarios

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar el sistema recolector automatizado de agua en los hogares, como casas y conjuntos residenciales.
- Alcanzar un método de recolección de agua que contribuya con el medio ambiente utilizando agua lluvia y energía solar.
- Crear un dispositivo capaz de mover líquidos para diferentes usos independientes del tamaño del sistema grande o pequeño.
- Crear una interfaz entre el voltaje que maneja Arduino 5 V y el voltaje de los hogares colombianos 110 V.
- Crear una opción Económicamente viable para los hogares colombianos con la que se puede ahorrar en los servicios públicos.
- Crear un dispositivo que comunitariamente ayude con el problema de alcantarillado de las ciudades bajando la cantidad de agua lluvia vertida a la cañería.
- Crear un dispositivo que ayude a utilizar el agua potable en usos en los que es indispensable que sea potable y relegar otros usos a el agua lluvia.

5. MARCO TEÓRICO

En el proyecto de “RECOLECTOR AUTOMATIZADO DE AGUA VERSIÓN 1.0” se toma en cuenta las consideraciones pertinentes en lo que se refiere al ahorro de agua según las estadísticas establecidas por fuentes fiables que permitan analizar dichos esquemas.

Cada segundo corren en el país 58 litros de agua por kilómetro cuadrado, tres veces más que el promedio para Suramérica y seis veces más que el promedio mundial.²

También llueve más que en otras partes. Mientras en Colombia caen anualmente 3.000 milímetros de aguas lluvias, el promedio en Suramérica es de 1.600 milímetros y en el mundo es de 900 milímetros.³

Sin embargo, aparte de lo que las personas desperdician en sus casas (cuando se lavan los dientes con la llave abierta, por ejemplo), según el Ministerio de Desarrollo Económico el país pierde aproximadamente la mitad del agua que se recoge en las represas para distribuirla a las viviendas.⁴

A estas pérdidas se le suma el hecho de que los colombianos no están acostumbrados a recoger las aguas lluvias. En un proceso natural, buena parte de estas bajan a los ríos y ciénagas, mientras que otra parte se infiltra en el suelo y nutre las aguas subterráneas, que actúan como reservas para el verano. En una ciudad total o parcialmente pavimentada, la mayoría del agua lluvia se evapora o va a dar a las alcantarillas, sin que nadie la utilice.⁵

²TIEMPO. El Tiempo. El agua en Colombia en cifras. [En línea]. 1a ed. Colombia: Tiempo, 1996. [Citado 13-Noviembre-2015]. Disponible en internet: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-524672>

³ (El tiempo, 1996)

⁴ (El tiempo, 1996)

⁵ (El tiempo, 1996)

“Pero si las pérdidas de este valioso recurso son alarmantes, también lo es el consumo. Por ejemplo, un estudio realizado en la Costa Atlántica mostró que el consumo de agua potable en la región alcanza 170 litros por habitante al día en el sector doméstico y 77 en el industrial. Este consumo es exagerado, pues el promedio en otros países es de 150 para consumo doméstico y 68 para la industria.”⁶

“Además, el agua en el país está distribuida en forma desigual. Por eso, mientras algunos sitios se inundan, otros padecen sequías. Entre las regiones con deficiencia de agua están la parte alta de la Guajira, el desierto de la Tatacoa (en el Huila), la baja Guajira, las sabanas de Córdoba y Sucre, las cuencas del río Catatumbo y las partes media y baja del río Chicamocha.”⁷

La razón de una eventual escasez, exige (...) una estrategia para enfrentar la amenaza de escasez de agua en el futuro, los hogares y empresas del país deben tomar conciencia sobre la urgente necesidad de aplicar el modelo de la huella hídrica”.⁸

El ciclo hidrológico juega un papel fundamental en el planteamiento de recolección de aguas lluvias, ya que a partir de este proceso podemos basar el análisis y el impacto de este proyecto en las diferentes partes del territorio nacional de Colombia.

⁶ (El tiempo, 1996)

⁷ (El tiempo, 1996)

⁸ (ASI, 2012)

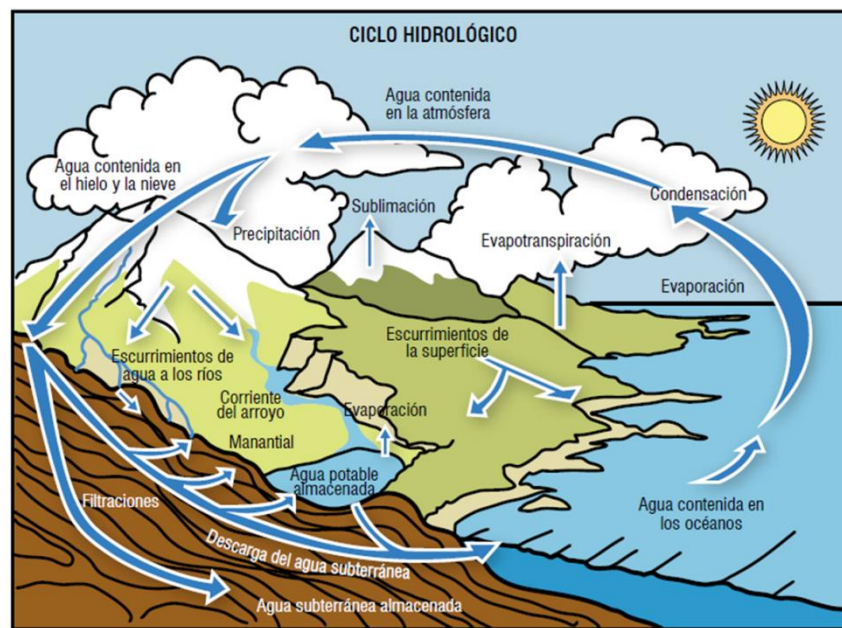
Ciclo hidrológico

“El ciclo hidrológico y su balance de agua global constituyen el modelo básico para entender el funcionamiento del sistema hídrico y las interacciones entre el océano y el continente; representa el proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la esfera terrestre.”⁹

“Su dinámica es determinada por las condiciones de la radiación solar, la acción de la gravedad y las interacciones de las capas superiores de la Tierra: atmósfera, litosfera y biósfera.”¹⁰

Como podemos apreciar en la siguiente imagen: [Fuente: Ideam, 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología]

Figura 1 Ciclo Hidrológico



Fuente 3. Ideam. Estudio Nacional del agua 2010

⁹ (SIAC, 2010)

¹⁰ (SIAC, 2010)

6. INGENIERÍA DEL PROYECTO

El sistema recolector automatizado de agua nace en una preocupación por el cómo promover un método eficaz en el ahorro de agua.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En Colombia las reservas de agua se han visto disminuidas en parte por el fenómeno del niño, y en otros casos es el uso que le estamos dando como comunidad a tan preciado recurso.

A nivel de proyectos ecológicos se encuentran sistemas mecánicos para la recolección de lluvia, estos son efectivos en el proceso de recolección de agua pero no es eficiente ya que solo recolecta el agua que cabe en el tanque principal esos sistemas no alimentan los sistemas sanitarios de manera automática.

Algunos sistemas más complejos utilizan la gravedad para llenar los sistemas sanitarios, pero la inclusión de estos sistemas en hogares ya con las construcciones de baños terminados, resulta de difícil aceptación en los hogares ya que implica realizar obra civil y dañar paredes ya terminadas.

En la sabana de Bogotá se presentan frecuentemente inundaciones en varias zonas de la ciudad o en los pueblos aledaños, esto se debe a que el área construida de la ciudad es muy amplia por lo que el agua lluvia no es absorbida como se hace normalmente en la naturaleza.

Todo el flujo de agua que cae en el asfalto de Bogotá se canaliza y se trata de evacuar de una manera óptima pero como muchos de los canales están llenos de basura lo que hace que se taponan y generan una inundación.

En el ámbito económico el servicio de agua es de los más costosos, el costo del metro cubico de agua es de 6.500 pesos aproximadamente por el agua que entra al hogar y tiene un costo que es de 3.250 pesos por el agua que se tarifa con la misma lectura del agua consumida en la casa pero se cobra como alcantarillado.

En un hogar estrato 3 de 4 personas se paga en promedio 160.000 pesos por bimestre gastando en promedio 960.000 pesos al año en servicio de agua

El promedio de agua lluvia para la ciudad de Bogotá fue de 67,2 litros por cada metro cuadrado el año pasado. La empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá realiza una inversión importante al tener que tratar el agua lluvia que cae en la ciudad de Bogotá ya que esta se mezcla con las aguas negras.¹¹

¹¹ ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

Cuando la sociedad colecte gran cantidad de agua lluvia y la use en usos que no necesiten el uso de agua potable como el servicio sanitario el lavado de pisos significara un ahorro generoso en el gasto de tratar aguas residuales.

Lo que es un indicador importante sobre la capacidad de recolección de una edificación, En Bogotá ya hay edificaciones con el sistema automatizado de recolección de agua a un nivel titánico como es el edificio del aeropuerto internacional el dorado. El agua recolectada se usa en los baños de la terminal aérea.

Existe un producto creado por colombianos que recoge el agua utilizada en la ducha personal y atreves de una tarjeta electrónica lleva el agua al sanitario para su uso posterior.

En el ámbito profesional la ingeniería de sistemas está encaminada a dar solución a cualquier problema que se presente en un sistema que no tiene que ser necesariamente sistematizado, la limitación que como ingenieros se presenta es como comunicar los programas desarrollados con el mundo real, hoy en día existen muchos dispositivos que permiten tal función pero ya tiene determinada una función y el profesional debe inventar la forma de incorporarla a sus solución.

Ejemplo: Lectores de código de barras, es una interfaz capas de interactuar con el mundo real, pero tiene una única función que es la de interpretar el código de barras para la cual fue diseñada.

Lo que se busca con este proyecto es incursionar en el mundo de las tarjetas inteligentes como Arduino y ver las posibilidades de comunicación con el mundo exterior de la aplicación a desarrollar.

La posibilidad de crear hardware que no sea controlado por un PC pero realice tareas programadas es un nuevo ámbito que se abre para los profesionales de las tecnologías de la comunicación que no profundizamos en la electrónica como la ingeniería Electrónica o meca trónica por mencionar las más conocidas carreras profesionales.

El mercado colombiano está muy poco desarrollado en la tecnología del internet de las cosas tal vez porque se tiene la falsa creencia que para que un objeto inanimado se comuniqué con internet tiene que ser atreves de un PC.

El estudio de las Tarjetas inteligente como Arduino y Rasberry constituyen los primeros acercamientos a realizar cada día una inclusión más amplia sobre el internet de la cosas para el mercado Colombiano

El recolector automatizado de agua de lluvia busca realizar el acopio del agua lluvia en hogares e industria optimizando la recolección del líquido por que permitirá que de forma automática exista un flujo constante del líquido llenando todos los posibles recipientes para el almacenamiento de agua.

6.2 REQUERIMIENTOS DE LA INFORMACIÓN

El proceso básico del sistema es la recolección del agua lluvia, en la mayoría de las implementaciones de este sistema el traslado del agua al destino final es manual.

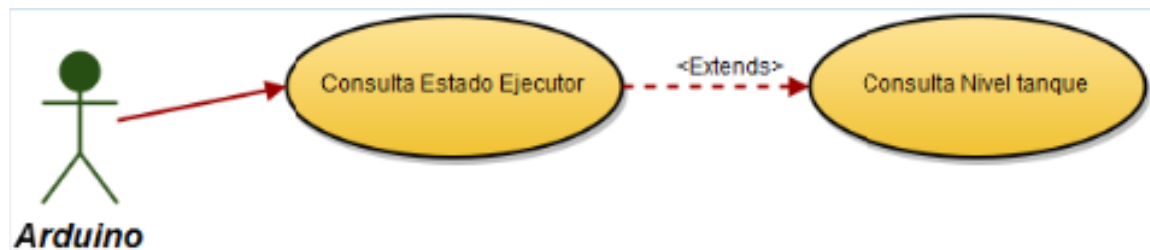
El sistema debe ser escalable en cuanto a la cantidad de tanques que realizan la tarea de recolectar el agua lluvia.

Los datos básicos del sistema serán el nivel tope de los tanques de recolección, el estado de los dispositivos de control como Bombas o Válvulas que permiten el movimiento del agua en todo el sistema.

6.3 MODELAMIENTO DEL SISTEMA

Casos de Uso

Figura 2. Consulta Ejecutor



Fuente 4. Erik Solarte. Caso de uso 1

Tabla 1. Caso de uso 1

Especificación del caso de uso: Consulta estado Ejecutor	
Nombre	<i>Función General</i>
Autor	<i>Erik Solarte</i>
Descripción	<i>Este caso de uso permite al sistema permitir o restringir el flujo de agua a los tanques</i>
Flujo Alternativo	
Actores	<i>Tarjeta Arduino</i>
Precondición	<i>No Aplica</i>
Poscondición	<i>Permitir o detener el flujo de agua entre tanques</i>
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Consulta estado de Ejecutor (Bomba o Válvula)</i> 2. <i>Consulta el estado del tanque que recibe el liquido</i>

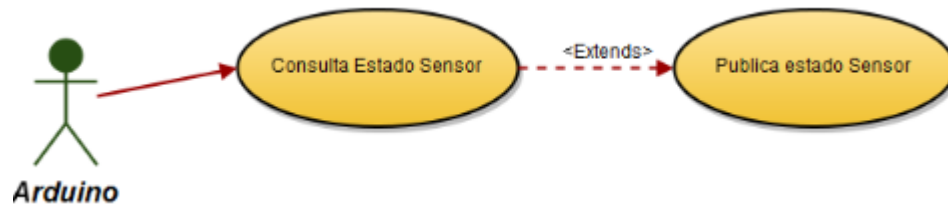
Fuente 5. Erik Solarte. Caso de uso 1

Tabla 2. Caso de uso 2

Especificación del caso de uso: Consulta Nivel Tanque	
Nombre	<i>Función General</i>
Autor	<i>Erik Solarte</i>
Descripción	<i>Este caso de uso permite verificar que el tanque que recibirá el agua tenga espacio para recibirla</i>
Flujo Alternativo	
Actores	<i>Tarjeta Arduino</i>
Precondición	<i>Consulta estado Ejecutor</i>
Poscondición	<i>Retorna true cuando el tanque está lleno false cuando hay espacio</i>
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Retorna el estado del tanque consultado</i>

Fuente 6. Erik Solarte. Caso de uso 2

Figura 3. Consulta estado sensor



Fuente 7. Erik Solarte. Consulta estado sensor

Tabla 3. Caso de uso 3

Especificación del caso de uso: Consulta estado Sensor	
Nombre	<i>Función General</i>
Autor	<i>Erik Solarte</i>
Descripción	<i>Este caso de uso permite al sistema saber el estado de los sensores del sistema indicando cuales se encuentran activos</i>
Flujo Alternativo	
Actores	<i>Tarjeta Arduino</i>
Precondición	<i>No Aplica</i>
Poscondición	<i>Permitir consultar el estado General del sistema</i>
Flujo normal	<i>1. Consulta estado de Sensor</i>

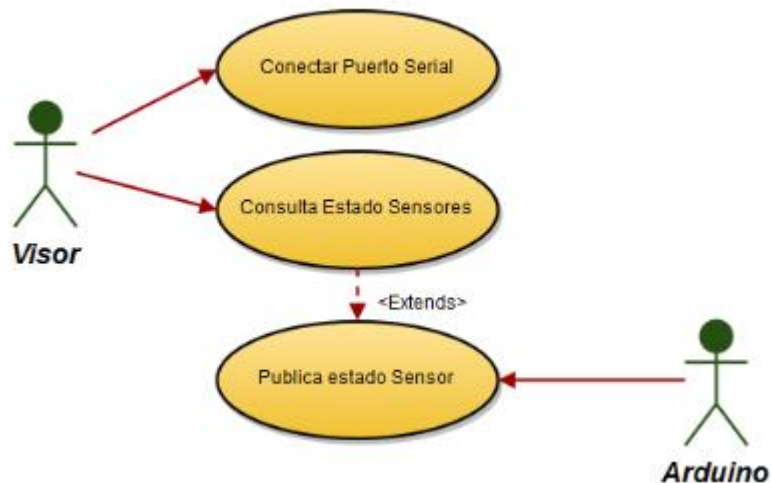
Fuente 8. Erik Solarte. Caso de uso 3

Tabla 4. Caso de uso 4

Especificación del caso de uso: Publica estado Sensor	
Nombre	<i>Función General</i>
Autor	<i>Erik Solarte</i>
Descripción	<i>Este caso de uso permite al sistema crear una cadena de texto que se enviara al puerto serial, esta cadena esta formateada para que sea entendida por los sistemas externos que la consulten</i>
Flujo Alternativo	
Actores	<i>Tarjeta Arduino</i>
Precondición	<i>Consulta estado Sensor</i>
Poscondición	<i>Crear cadena Formateada con el estado de los sensores del sistema</i>
Flujo normal	1. <i>Envía cadena al puerto serial</i>

Fuente 9. Erik Solarte. Caso de uso 4

Figura 4. Visor



Fuente 10. Erik Solarte. Visor

Tabla 5. Caso de uso 5

Especificación del caso de uso: Conectar Puerto Serial	
Nombre	Visor
Autor	Erik Solarte
Descripción	Este caso de uso permite al sistema visor Conectar el puerto serial por el que Arduino está generando la señal
Flujo Alternativo	
Actores	Tarjeta Arduino Visor Sistema recolector Automatizado
Precondición	No Aplica
Poscondición	Gestionar la conexión con los puertos com del PC
Flujo normal	1. Seleccionar el puerto a conectar
	2. Confirmar Conexión

Fuente 11. Erik Solarte. Caso de uso 5

Tabla 6. Caso de uso 6

Especificación del caso de uso: Consulta estado Sensores	
Nombre	Visor
Autor	Erik Solarte
Descripción	Este caso de uso permite al sistema visor presentar en un PC el estado general del sistema en línea ya que muestra el estado aproximado de los tanques y si están o no funcionando las bombas o válvulas.
Flujo Alternativo	
Actores	Tarjeta Arduino Visor Sistema recolector Automatizado
Precondición	No Aplica
Poscondición	Permitir consultar el estado General del sistema para PC
Flujo normal	3. Consulta estado del sistema en general

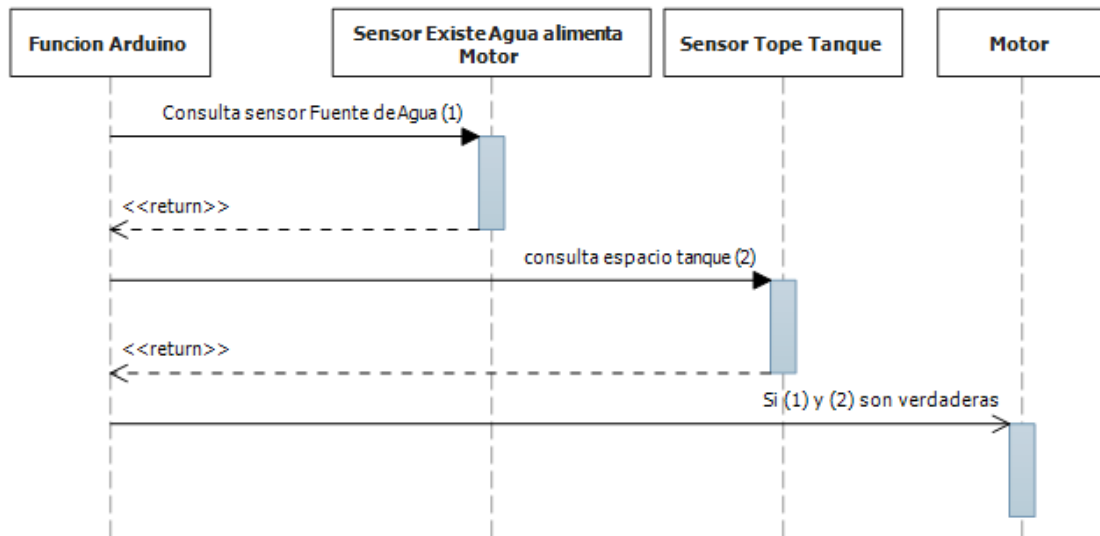
Fuente 12. Erik Solarte. Caso de uso 6

Tabla 7. Caso de uso 7

Especificación del caso de uso: Publica estado Sensor	
Nombre	<i>Función general</i>
Autor	<i>Erik Solarte</i>
Descripción	<i>Este caso de uso permite al sistema visor obtener una cadena de Texto con el estado general del sistema Formateada de la siguiente forma IDsensor+"="+Estado sensor</i>
Flujo Alternativo	
Actores	<i>Visor Sistema recolector Automatizado</i>
Precondición	<i>No Aplica</i>
Poscondición	<i>Crea cadena formateada y la envía al puerto serial del PC</i>
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Lee el estado de los sensores</i> <i>2. Crea la cadena formateada</i> <i>3. La envía al puerto serial</i>

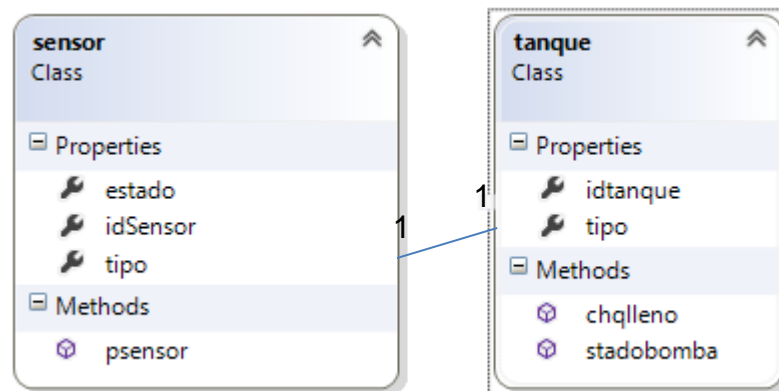
Fuente 13. Erik Solarte. Caso de uso 7

Gráfica 3. Diagrama de secuencia



Fuente 14. Erik Solarte. Diagrama de secuencia

Gráfica 4. Diagrama de clase



Fuente 15. Erik Solarte. Diagrama de clase

6.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema recolector autónomo de agua lluvia es un sistema que utiliza una tarjeta Arduino para el control de los motores y válvulas que son los que controlan el flujo de agua.

La tarjeta Arduino tiene 14 puertos digitales y 6 puertos análogos la cantidad de puertos análogos y digitales resulta especialmente importante para nuestro sistema ya que se necesita 3 puertos para el funcionamiento de un tanque recolector de agua principal y 1 sensor para un tanque que se destine a almacenar el agua hasta el uso final.

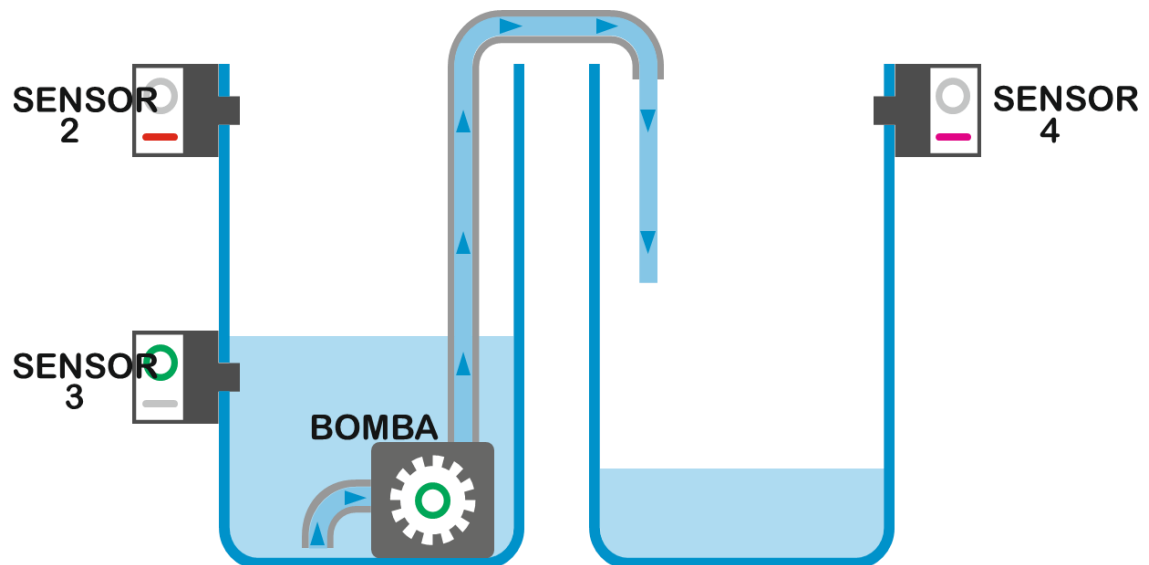
La configuración del sistema para muchos tanques es posible y de fácil configuración.¹²

Explicación:

Se crearon dos funciones principales en el C

La primera verifica la bomba o Válvula esta función busca el sensor que mide el nivel de agua de la bomba o válvula pues ambas necesitan agua para funcionar. (Sensor 3)

Gráfica 5. Ciclo



Fuente 16. Erik Solarte. Ciclo

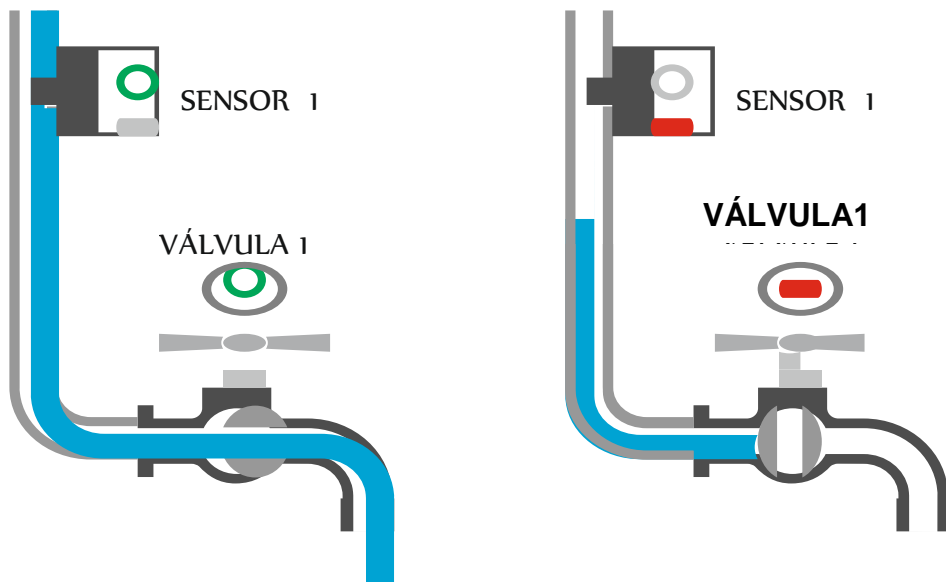
¹² ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

El segundo paso de la función es verificar que el tanque que recibe el agua no se encuentra lleno por lo que la función busca el sensor del tope del tanque (Sensor 4) y valida que no este activo.

La bomba solo estará Activa en el caso que el Sensor3 este activo indicando que hay agua necesaria y que el Sensor4 este apagado indicando que el tanque que recibe el agua no se encuentra lleno.

En el caso de las válvulas el principio es el mismo el Sensor 1 indicara si hay agua para poder abrir la válvula y permitir el llenado del tanque.

Gráfica 6. Ciclo de Válvula



Fuente 17. Erik Solarte. Ciclo Válvula

La válvula también buscara el Sensor del tanque resultante (Sensor 2) en este caso y también consultara si el tanque está lleno o no.

Todo el sistema deja de mover agua cuando los sensores de nivel de líquido se encuentren apagados con lo que indicaría que no hay agua que mover.

O el sistema también dejara de funcionar cuando todos los tanques del sistema se encuentren llenos.

El Arduino se conecta con el PC a través del puerto USB, para el PC el Arduino será un puerto COM, el Arduino enviara una cadena de texto con el estado de todos los sensores que estén activos separados por “,”.¹³

Ejemplo 2=1,3=0,4=1,5=0,6=1,7=0

El visor desarrollado en Visual Basic toma la cadena y la divide al encontrar un carácter coma en la cadena.¹⁴

El estado es el valor después del carácter “=”.

El visor ya tiene definido los iconos para cada sensor, ejemplo el icono de la bomba seria B1 cuando la bomba esta activa y B10 si la bomba está apagada.¹⁵

B = Bomba

1 = Número de sensor

0 = estado 0 apagado, 1 encendido.¹⁶

¹³ ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

¹⁴ ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

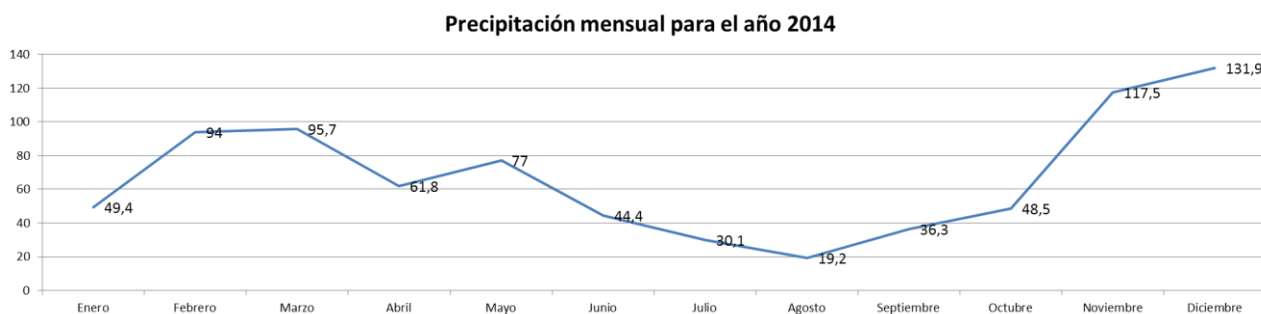
¹⁵ ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

¹⁶ ERIK. Erik Solarte. Ingeniería del proyecto, 2015. [Citado 13-Noviembre-2015].

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Según el estadístico de las lluvias que han caído en Bogotá permitirá un ahorro importante en el servicio de agua y alcantarillado. (Como se puede observar en el siguiente grafico de Precipitación mensual).

Gráfica 7. Precipitación 2014



Fuente 18. Observatorio Ambiental de Bogotá

El costo del proyecto se podrá recuperar en el plazo de un año dependiendo del tamaño del área disponible para la recolección de agua. En caso del grafico anterior el ahorro al año de m^3 de agua es la suma de los valores que se indican en los puntos críticos de la gráfica lo que resultaría en un valor total de: 805,8 *Litros/metros²* al año.

7.1 RIESGO EN FASE DE ANÁLISIS

Es factible la inversión en este proyecto ya que se requiere de monto inicial de \$347.000 COP.

Inversión inicial: \$ 347,000

Posibles ganancias en el periodo de inversión

Resultado Posible en el supuesto de un área de: $6m \times 12m = 72 m^2 \rightarrow 72m^2 \times 805,8 \frac{L}{m^2} = 58.017,6$

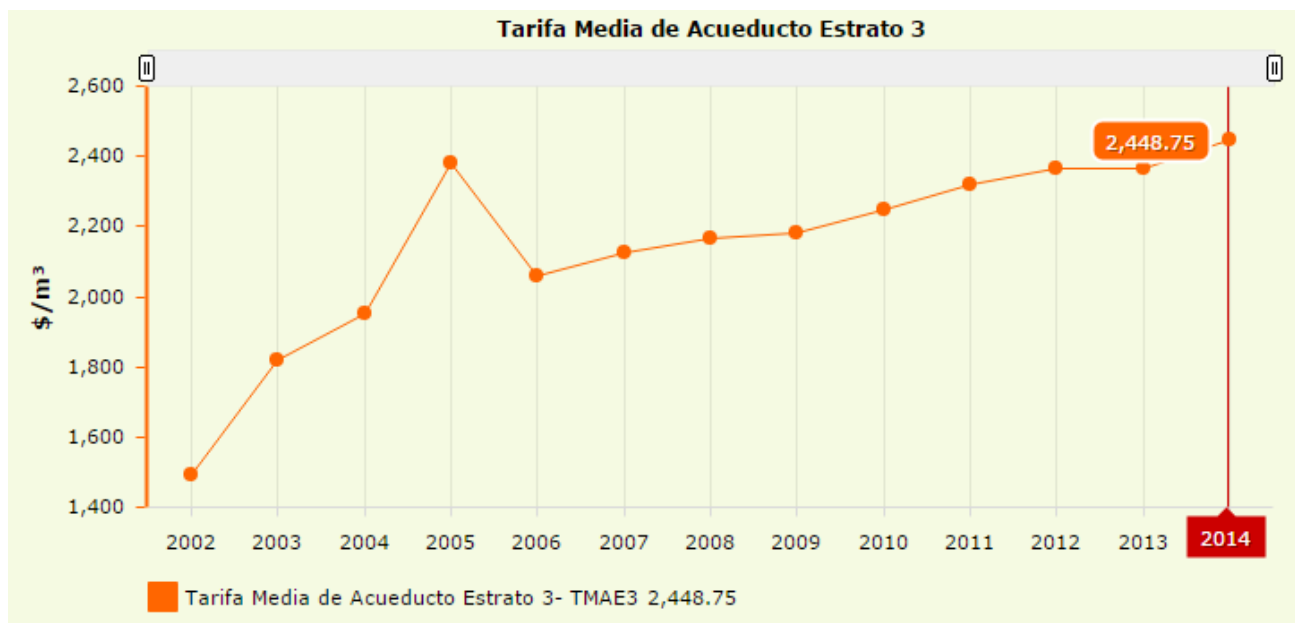
$$1m^3 = 1000 \text{ litros de Agua} \rightarrow \frac{58.017,6 L}{1000 L} \approx 58 m^3 \text{ }^{17}$$

Según el observatorio ambiental de Bogotá la tarifa que determina como peso por metro cubico $\$/m^3$ para un consumo de 20 metros cúbicos mes. (Pesos corrientes).

El indicador muestra el comportamiento del precio del metro cubico de agua en pesos corrientes para el estrato 3.

¹⁷ GUSTAVO. Gustavo Díaz. Evaluación económica del proyecto, 2015 [Citado 1-Noviembre-2015]

Gráfica 8. Tarifa media de acueducto estrato 3



Fuente 19.Secretaria Nacional de ambiente. Tarifa media Est. 3.

Equivalencias

$$20 \text{ m}^3 \times 2.448,75 = \$48.975 \rightarrow 48.975 \times 12 \text{ meses} = 587.700$$

$$20 \text{ m}^3 \times 12 \text{ meses} = 240 \text{ m}^3 \text{ de agua al año} \rightarrow 240 \text{ m}^3 - 58 \text{ m}^3 = 182 \text{ m}^3$$

Si 240 m^3 equivalen a \$587.700 entonces 182 m^3 equivale a \$445.672 al año. Lo que quiere decir que tendríamos un ahorro de \$142.028 pesos.

7.2 RIESGO EN FASE DE DISEÑO

En el desarrollo del proyecto especialmente en el área de diseño de software, debido a su complejidad, es imperceptible encontrar problemas o imprevistos, sin embargo en esta fase del proyecto se asumió un planteamiento claro con detalles suficientes para construirlo, no solo en el área del Software sino también en la del Hardware, a partir del requerimiento derivado de la fase del análisis del proyecto, que tiene como objetivo integrar todas las necesidades del cliente.

7.3 RIESGO DE FASE DE CODIFICACIÓN

En la fase de codificación se llevó a cabo todo el desarrollo del software en cuanto a la programación de funciones parámetros, para el funcionamiento del sistema recolector de aguas, conforme al automatismo planteado.

Durante el desarrollo de las interfaces de potencia se presentaron algunos inconvenientes, entre estos estuvo un cambio de requerimiento. La interfaz de potencia tuvo que ser rediseñada para que la señal programada en la función pudiera adaptarse con los voltajes que maneja la tarjeta Arduino, lo que conllevó a extenderse muy sutilmente el tiempo de desarrollo del programa.

7.4 RIESGO EN FASE DE PRUEBAS

En la fase de pruebas se utilizó un prototipo avanzado con todas las funcionalidades del sistema puestas en marcha para observar el comportamiento del mismo. Se descubrió que uno de los mecanismos encargados del flujo del agua no era el más indicado para utilizarse dentro del sistema, por lo que se tuvo que cambiar la pieza y buscar otra en su reemplazo que cumpliera con las exigencias establecidas en el diseño y lograr cumplir con las expectativas y el buen funcionamiento del proyecto.

7.5 RIESGO EN LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN

En el cubrimiento de esta fase se tomaron en cuenta muchos aspectos importantes como lo son la estructura del software y su simulación de manera visual, utilizando un nuevo componente desarrollado por uno de nuestros desarrolladores para la presentación del ciclo que cumple este sistema. Para lo cual se piensa lograr representar la importancia de la implementación de este proyecto. Precisando un poco más, lo interesante e innovador que puede llegar hacer en el momento de una posible distribución al mercado, se descubrió que puede adaptable para usos industriales, teniendo cuidado y no dejando de lado la escalabilidad del mismo. Es de suma importancia mantener un diseño eléctrico que no afecte el correcto funcionamiento de las otras áreas que se integran en el sistema recolector de aguas.

7.6 RIESGO EN FASE DE MANTENIMIENTO

Es importante mantener una confianza y un buen rendimiento en el producto final que se ofrece en este proyecto, que comienza a incursionar según las demostraciones expuestas en el Encuentro de investigación: Innovación para una sociedad sostenible; evento en cual se presentó el proyecto de manera formal, a partir de los comentarios positivos de los espectadores y aceptando algunas sugerencias de expertos en la materia se concluyó que se deben tener algunas consideraciones el los mecanismos sensoriales y electroválvulas que son las que controlan el flujo del agua, con respecto precisamente en el mantenimiento de estas piezas y asegurando su duración se tomó la determinación de implementar un sistema alternativo para la auto limpieza del mismo en el momento que se requiera, ya que en el agua que se recolecta puede venir con impurezas que pueden afectar en funcionamiento de estos elementos.

Por otro lado se observó que para largas horas de funcionamiento se genera un natural desgaste tanto en los componentes electrónicos como en los mecanismos; para lo cual es importante tener en cuenta que la pieza o elemento sea fácil de adquirir en el mercado y remplazar dentro del sistema. Entendiendo este riesgo que se corre en la fase de mantenimiento, se comenzó la documentación respectiva para cada pieza o elemento importante que hace parte del sistema en la que se enfatiza su función y su forma de reemplazo y así adjuntarlo en el manual del proyecto recolector de aguas, considerando que para casos extremos se tenga que solicitar un técnico para la reparación del sistema.

8. PRESUPUESTO DETALLADO

Este proyecto está preparado con materiales y componentes asequibles en el mercado teniendo en cuenta que existen variedad de productos y formas de desarrollar el proyecto hemos optado por utilizar materiales de excelente calidad sin descuidar los costos (como se indica en la tabla de presupuesto), ya que de esto depende la posibilidad del proyecto en ofrecerse al mercado.

8.1 COSTO DE INFRAESTRUCTURA FISICA

Tabla 8. Presupuesto

Presupuesto	
Gastos	Valor
Arduino	68.000
Válvula	86.000
Sensores	80.000
Soportes	40.000
Bomba Agua	20.000
Mangueras	3.000
Tubería y accesorios	40.000
Interfaz de potencia	10.000
Total	347.000

Fuente 20. Gustavo Díaz. Presupuesto

8.2 COSTO TOTAL

Por concepto de trasportes utilizados para adquirir los materiales, los servicios públicos como el agua y luz, para la demostración del proyecto, tendríamos un costo total de: **Trecientos cincuenta y siete mil pesos Mda. Cte. (\$ 357.000).**

9. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Los beneficios de implementar el sistema de recolección de aguas como sistema de mejoramiento y recolección serian de forma positivas ya que este como veremos a continuación tendrían una mejora considerable.

9.1 OPERACIONALES

En temas operacionales el sistema de recolección de aguas implementado en la Fundación Universitaria los Libertadores reduce costos y genera ahorro de agua, ya que al estar utilizando agua de lluvia que no necesita ser tratada para fines dedicados a los que se va a destinar.

Los costos bajan ya que al no utilizar el registro de agua para que estos alimenten las letrinas y uriniales, se soporta a través del agua de lluvia recolectada y almacenada que a través del sistema inteligente este distribuye el agua a los puntos finales que en este caso serian principalmente Baños de la universidad.

Además ayudaría considerablemente al medio ambiente ya que no se usa agua limpia sino agua de lluvia que se recolecta en las tejas para así poder bajar el uso de agua limpia para este tipo de actividad.

9.2 GESTIÓN

En los temas operacionales es muy factible y de mucho beneficio ya que este sistema opera con gran variedad de taques independientes de su tamaño y capacidad para el almacenamiento del agua.

Un beneficio de este es que al ser un sistema inteligente este puede operar de forma en la cual no necesite de interacción humana para realizar sus funciones en este caso de apertura y movimiento del agua lo que hace que el sistema sea más sencillo y manejable.

A través de la herramienta desarrollada en Visual Basic esta permite ver el funcionamiento del sistema, la cual en tiempo real muestra cómo está el mecanismo funcionando.

9.3 INFRAESTRUCTURA

En el tema de infraestructura se llevara a cabo de lo siguiente.

1. hacer las mediciones correspondientes en la parte alta de la universidad en la cual se estará realizando la instalación de los elementos de primer contacto con el agua de lluvia en este caso son tejas.
2. verificación de la altitud para así hacer la medición del cableado estructurado que estará conectado al sistema para los sensores y de estos así comunicados con el sistema principal (Arduino).
3. el espacio donde se va a dejar el sistema principal, las conexiones de patch core, eléctrico y de cableado normal para las conexiones del sistema.
4. los puntos de conexión base de los sensores y de sus puntos de conexión con el Arduino.

9.4 IT. DEL PROYECTO

En el caso de la implementación se tendrá en base del rendimiento del sistema ya que se va a realizar mantenimiento preventivo cada 4 meses para verificar estado y movimientos que ha realizado el sistema en cuando a las aperturas de válvulas y de activaciones de sensores, se llevara un plan de mediación para el sistema de la siguiente forma.

1. **Requisitos del sistema:**

- Tener una superficie alta en la cual se va a recolectar el agua.
- Un cuarto o espacio en el cual se instalara el sistema en el cual
- Tenga ventilación para evitar el calentamiento
- Cableado estructurado necesario para la conexión del sistema.
- Planta física en buen estado para realizar la canalización por donde transitara el agua a los puntos finales.

2. Análisis de Requerimientos:

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

- El sistema debe visualizar la ubicación de los sensores de nivel.
- El sistema debe controlar el nivel del agua para que haga la transmisión de agua a los otros tanques de almacenamiento.
- El usuario no debe hacer verificación manual de los sensores.
- El sistema debe almacenar información de los movimientos de nivel de los tanques.
- El sistema debe distribuir el agua a los tanques dependiendo de la capacidad que estos tengan.
- El sistema de permitir liberar o cerrar el suministro de agua a los diferentes puntos finales (tanques) que tenga capacidad de almacenamiento.
- El sistema permite tener una interfaz de fácil manejo para el usuario.
- El sistema debe alertarse cuando los tanques finales no tengan suministro de agua mientras que en el principal haya agua suficiente por un espacio determinado de tiempo.

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

- El sistema debe cumplir con la normatividad de cableado estructurado.
- El sistema debe cumplir con los estándares de seguridad respecto al manejo eléctrico en la ubicación que se designe la instalación.
- El usuario debe leer el manual del usuario del manejo del sistema para su óptimo manejo.
- El administrador del sistema debe realizar un manual de partes por si el usuario requiere cambiar o adicionar partes.
- El administrador del sistema debe generar un manual de manejo seguro del sistema.

3. Integración:

El sistema al ser de fácil manejo se puede realizar integración con otros lenguajes de programación como el Visual Basic para realizar la interfaz gráfica del sistema, SQL para el manejo de información y BD del sistema de lo que se quiere guardar.

4. Aprendizaje del Usuario:

Se designara tiempo para la explicación del manejo del sistema y del manual del usuario para que así la persona responsable del sistema tenga conocimiento idóneo de lo que está manejando y para que tengo control en sí de su estructura en caso de que presente algún inconveniente.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En el cronograma de actividades se representa (con el color amarillo) las actividades realizadas desde el mes de agosto hasta el mes de noviembre, como se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 9. Cronograma de Actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Planteamiento del proyecto con énfasis en Arduino 1				
Alcance y presupuesto del proyecto				
Definición del proyecto y requerimientos				
Compra de los materiales y componentes Electrónicos				
Diseño y construcción de un prototipo del proyecto				
Documentación				
Documentación y realización del proyecto				
Presentación y socialización inicial en clase				
Diseño gráfico y publicidad del proyecto				
Correcciones y detalles del proyecto				
Presentación y exposición final del proyecto				

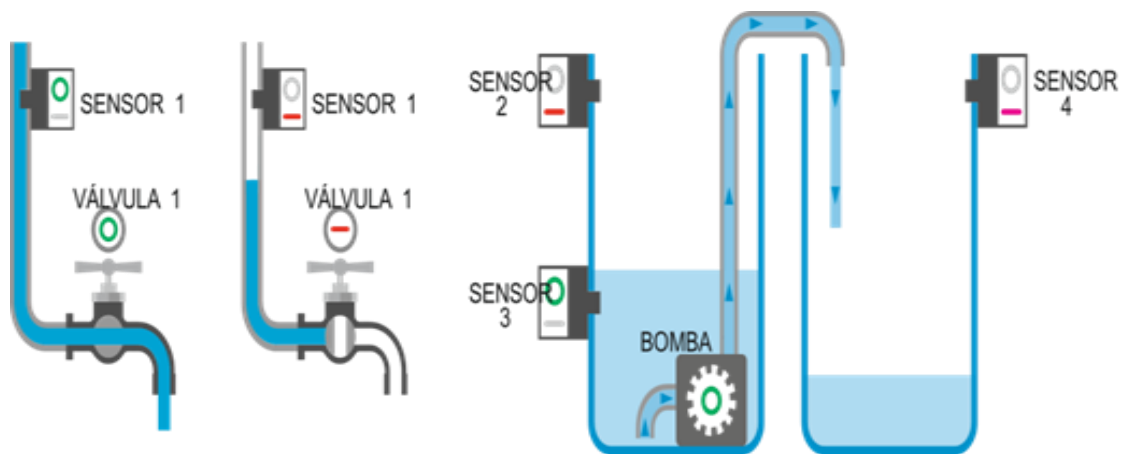
Fuente 21. Gustavo Díaz. Cronograma

11. RECOMENDACIONES

La implementación de un sistema recolector de agua juega un papel fundamental en el ahorro de este recurso en el sentido de que se puede aprovechar de una manera óptima, utilizando componentes electrónicos programables como las tarjetas Arduino, se pueden diseñar sistemas que actúen mediante mecanismos sensoriales de diferentes tipos. En el caso de este proyecto de recolección de agua es muy válido usar sensores que controlen los niveles de agua, y así poder distribuir y administrar de manera eficaz hacia a todos los diferentes almacenamientos de agua que se requieran según el requerimiento planteado.

A una mayor escala se puede establecer el sistema en el manejo de movimiento de agua, alcances críticos de ríos, riachuelos, quebradas y demás movimientos de agua a gran escala. A continuación en la siguiente imagen se representa un esquema del planteamiento de este proyecto.

Gráfica 9. Ciclo completo

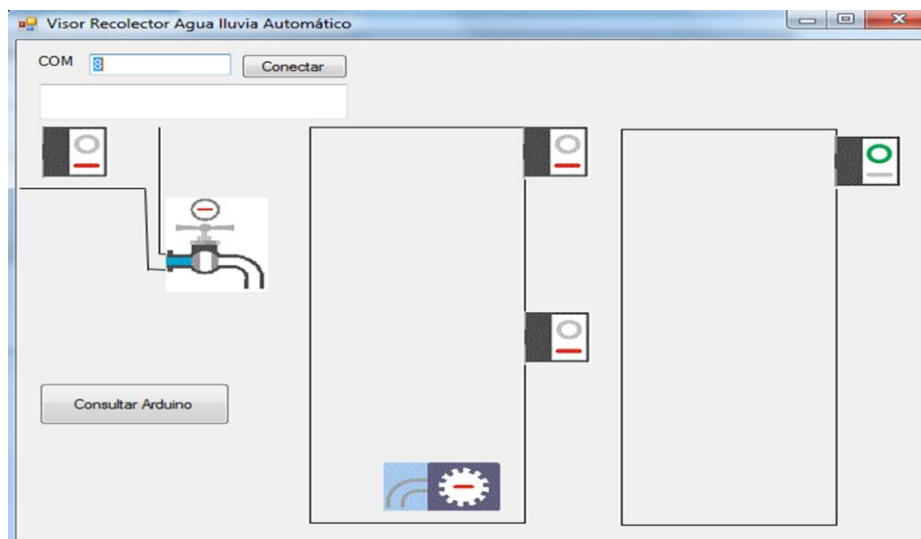


Fuente 22. Erik Solarte. Ciclo completo

- Creación de un sistema capaz de recolectar una mayor cantidad de agua lluvia cuando no hay interacción humana en sistemas pequeños o residenciales.
- Creación de un sistema capaz de operar con gran variedad de tanques independiente de su tamaño y capacidad.

Creación de visor en Visual Basic que permite ver el funcionamiento del sistema en tiempo real que permite un mejor control.

Figura 5 Simulación

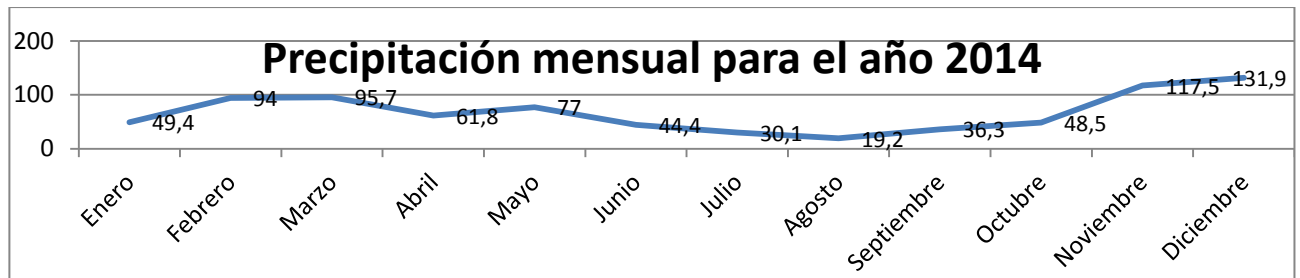


Fuente 23. Erik Solarte. Simulación

12. CONCLUSIONES

Según el estadístico de las lluvias que han caído en Bogotá permitirá un ahorro importante en el servicio de agua y alcantarillado.

Gráfica 10. Precipitación mensual 2014



Fuente 24. Erik Solarte. Precipitación mensual 2014

El costo del proyecto se podrá recuperar en el plazo de un año dependiendo del tamaño del área disponible para la recolección de agua.

La energía que utiliza este sistema, es eléctrica convencional (corriente alterna 110 voltios). Para trabajos futuros se utilizara energía solar por medio de paneles solares, con el fin de completar su objetivo ecológico.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

- Tarifas Acueducto y Alcantarillado Bogotá año 2015 (<http://www.acueducto.com.co>)
- Acueducto y Alcantarillado Bogotá año 2015 (<http://www.acueducto.com.co>)
- Observatorio Ambiental de Bogotá (<http://oab.ambientebogota.gov.co/es/pcambio-climatico/indicadores?id=512&v=1>)
- Tutorial Arduino 2014 (<http://www.prometec.net/>)
- (Secretaria distrital de ambiente, 2015)
- Las demás figuras y Gráficos son referencia propia del autor.

Bibliografía

- Arduino. (2010). *Arduino*. Recuperado el 2015, de arduino.cl/que-es-arduino/
- ASI. (6 de Marzo de 2012). *Tratamientos de aguas en Colombia*. (ASI, Editor, & ASI, Productor) Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de Consumo de agua en Colombia: <http://tratamientodeaguas.com.co/el-agua-en-colombia/>
- Definición org. (2015). *Definición org.* Recuperado el 2015, de <http://www.definicion.org/>
- El tiempo. (5 de Octubre de 1996). *EL Tiempo*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2015, de El tiempo Archivo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-524672>
- El tiempo. (5 de Octubre de 1996). *EL Tiempo Archivo del agua en Colombia en cifras*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2015, de Archivo del agua en Colombia en cifras: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-524672>
- Planeta electronico. (2012). *Palneta electronico*. Recuperado el 8 de Octubre de 2015, de <https://www.planetaelectronico.com/>

Secretaria distrital de ambiente. (2015). *Observatorio ambiental de Bogota*. Recuperado el 2015, de <http://www.oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=559&v=l>

SIAC. (2010). *Sistema De Información Ambiental de Colombia*. Recuperado el 2015, de Ideam: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=813&conID=1344>